

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-105133

(43)Date of publication of application : 11.04.2000

(51)Int.Cl. G01D 5/245
G01B 7/00
G01B 7/30

(21)Application number : 10-275669

(71)Applicant : NIPPON ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 29.09.1998

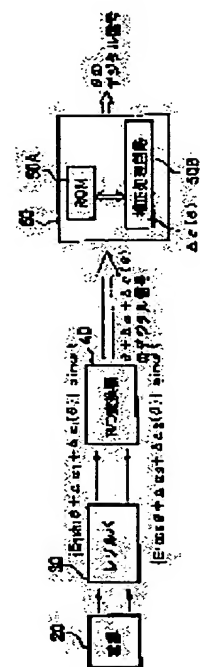
(72)Inventor : ISHIZAKI AKIRA
NAKAYAMA YUKIO

(54) POSITION DETECTING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a position detecting apparatus whose accuracy is practically sufficient.

SOLUTION: A position detecting apparatus is composed of a stator which contains an exciting winding and an output winding. In addition, it is composed of a stator which contains a core only having N pieces as integral numbers of salient poles equal to the sum or the difference of the number of pole pairs of the exciting winding and the output winding and which does not contain a winding. An output signal which expresses the position of the angle of rotation of the rotor is obtained from the output winding. In the position detecting apparatus, a conversion means 40 which converts the output signal into a digital signal is provided, and a correction means 50 which receives the digital signal, which corrects a position error generated due to the shape of the rotor and which outputs a digital position signal is provided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-105133

(P2000-105133A)

(43)公開日 平成12年4月11日(2000.4.11)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-リ-ト*(参考)
G 0 1 D 5/245	1 0 1	G 0 1 D 5/245	1 0 1 K 2 F 0 6 3
G 0 1 B 7/00		G 0 1 B 7/00	G 2 F 0 7 7
7/30	1 0 1	7/30	1 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-275669

(22)出願日 平成10年9月29日(1998.9.29)

(71)出願人 000004248

日本電気精器株式会社

東京都墨田区堤通一丁目19番9号

(72)発明者 石崎 彰

神奈川県横浜市南区永田北三丁目22番5号

イーエムテクノリサーチ内

(72)発明者 中山 幸雄

東京都墨田区堤通一丁目19番9号 日本電

気精器株式会社内

(74)代理人 100071272

弁理士 後藤 洋介 (外1名)

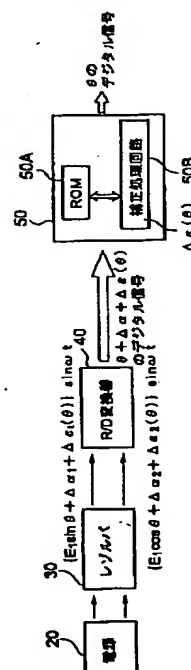
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 位置検出装置

(57)【要約】

【課題】 実用上十分な精度の位置検出装置を提供すること。

【解決手段】 励磁巻線11bと出力巻線11c、11dとを含む固定子11と、前記励磁巻線11bと前記出力巻線11c、11dとの極対数の和または差に等しい整数N個の突極10aの鉄心のみで巻線を有しない回転子10とからなり、前記回転子10の回転角度位置を表す出力信号を前記出力巻線11c、11dから得るものであり、前記出力信号をデジタル信号に変換する変換手段40と、該デジタル信号を受け、前記回転子10の形状によって生ずる位置の誤差を補正してデジタル位置信号を出力する補正手段50とを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 極対数の異なる励磁巻線と出力巻線とが鉄心に設けたスロットに納められた固定子と、前記励磁巻線と前記出力巻線との極対数の和または差に等しい整数 N 個の突極の鉄心のみで巻線を有しない回転子とからなり、前記励磁巻線が単相のとき前記出力巻線は2相又は3相であり、前記励磁巻線が2相のとき前記出力巻線は単相であり、前記回転子の回転角度位置を表す出力信号を前記出力巻線から得る位置検出装置において、前記出力信号をデジタル信号に変換する変換手段と、該

デジタル信号を受け、前記回転子の形状によって生ずる位置の誤差を補正して、補正したデジタル位置信号を出力する補正手段とを有していることを特徴とする位置検出装置。

【請求項2】 極対数の異なる励磁巻線と出力巻線とが鉄心に設けたスロットに納められた固定子と、前記励磁巻線と前記出力巻線の極対数の和または差に等しい整数 N 個の突極の鉄心のみで巻線を有しない回転子とからなり、該回転子の前記突極の中央を原点として、回転子円周の位置を表わす空間角を θ_1 とすると、前記突極の中央の最小エアギャップ長を δ_1 とし、 k が1と2との間の値をとるとき、前記 θ_1 の位置におけるエアギャップ長が、 $k\delta_1 / \{1 + (k-1)\cos(N\theta_1)\}$ となる回転子を有し、前記励磁巻線が単相のとき前記出力巻線は2相又は3相であり、前記励磁巻線が2相のとき前記出力巻線は単相であり、前記回転子の回転角度位置を表す出力信号を前記出力巻線から得る位置検出装置において、前記出力信号をデジタル信号に変換する変換手段と、該

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は工作機械、ロボット、FA機器等の位置決めを必要とする機械装置に広く利用される位置検出装置に属し、特に、工作機械の角度位置センサ、原子力の制御棒の位置センサ、及びダム

の水位測定的位置センサなどに採用される位置検出装置に属する。

【0002】

【従来の技術】従来の位置決めを必要とする機械装置に広く利用される位置検出装置としては、ロータリエンコーダ及びレゾルバが知られている。このうちロータリエンコーダは光を利用するものが主流であるが、このロータリエンコーダの場合、周囲の環境条件の悪い場所で使用すると誤差を生ずるという問題点がある。

【0003】一方、レゾルバは、回転子の励磁巻線に電流を供給するためにスリップリング又は回転トランスが

用いられているが、前者では保守上の問題があり、後者は構造が複雑で高価になるという問題がある。

【0004】この問題を解決するために、励磁巻線及び出力巻線を固定子に設け、回転子には巻線を設けないV形R形のレゾルバが知られているが、これは精度に問題があるため実用されていなかった。

【0005】本発明者の一人は、先に、実用上十分な精度を有し、かつ構造が簡単なV形R形のレゾルバを用いた位置検出装置を、特許第2698013号公報で提案した。

【0006】ところで、一般に、レゾルバは、入力である回転角度 θ により電源周波数(搬送波 $\sin \omega t$)の交流電圧の振幅を変調し、回転角度 θ の三角関数の出力信号(交流電圧)として送出する。この出力電圧は、図9に示すごとく、回転角度 θ に対する二相状の三角関数である。

【0007】図10に示すように、レゾルバ30の回転角度 θ 情報を表す交流電圧(アナログ量)を2進のデジタル量に変換するものをR/D変換器(レゾルバ対デジタル変換器)40と呼んでいる。また、図10に示した電源20に接続したレゾルバ30とR/D変換器40との組み合わせシステムでは、レゾルバ30は入力の回転角をアナログ電圧に変換する角度対電気信号の電気機器的なトランスデューサであり、他方のR/D変換器40は、レゾルバ30によって変換された電気信号を再びデジタル信号に変換する静止型変換器である。

【0008】なお、R/D変換器40の出力データは、通常のA/D変換器40のデータと同様にコンピュータへ出力することができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】前記特許で提案されているレゾルバでは、励磁巻線を単相として出力巻線を2相とした場合に、出力巻線に誘導される電圧は、回転子が全円周の $1/N$ 動くときに位相が 2π 変化する \sin 波電圧、及び \cos 波電圧となることを利用して位置を検出する。この場合、位置検出の誤差の原因となるのは、出力巻線の誘導電圧波形に含まれる高調波成分であるが、突極によるギャップバーミアンスの回転子位置による変動を利用しているので、高調波成分に最も影響があるのは回転子の突極の形状である。

【0010】そこで、この高調波成分が最小になるような回転子の形状としているが、この形状を導出した論理は磁束線が半径方向に通るという仮定のもとに展開されているので、ギャップバーミアンス係数において高調波成分を含む場合がある。

【0011】したがって、実用的な回転子形状の場合には幾分の誤差を含む欠点がある。この誤差は、A/D変換器40を通してデジタル変換しても除去されない。

【0012】それ故に、本発明の課題は、回転子の形状によって生ずる位置のデジタル信号における誤差の除去

を簡単にできる位置検出装置を提供することにある。

【0013】また、本発明の他の課題は、簡単な構造で保守が不要であり実用上十分な精度の位置検出を可能とする位置検出装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、極対数の異なる励磁巻線と出力巻線とが鉄心に設けたスロットに納められた固定子と、前記励磁巻線と前記出力巻線との極対数の和または差に等しい整数N個の突極の鉄心のみで巻線を有しない回転子とからなり、前記励磁巻線が単相のとき前記出力巻線は2相又は3相であり、前記励磁巻線が2相のとき前記出力巻線は単相であり、前記回転子の回転角度位置を表す出力信号を前記出力巻線から得る位置検出装置において、前記出力信号をデジタル信号に変換する変換手段と、該デジタル信号を受け、前記回転子の形状によって生ずる位置の誤差を補正して、補正したデジタル位置信号を出力する補正手段とを有していることを特徴とする位置検出装置が得られる。

【0015】また、本発明によれば、極対数の異なる励磁巻線と出力巻線とが鉄心に設けたスロットに納められた固定子と、前記励磁巻線と前記出力巻線の極対数の和または差に等しい整数N個の突極の鉄心のみで巻線を有しない回転子とからなり、該回転子の前記突極の中央を原点として、回転子円周の位置を表わす空間角を θ_1 とすると、前記突極の中央の最小エアギャップ長を δ_1 とし、 k が1と2との間の値をとるとき、前記 θ_1 の位置におけるエアギャップ長が、 $k\delta_1 / \{1 + (k-1)\cos(N\theta_1)\}$ となる回転子を有し、前記励磁巻線が単相のとき前記出力巻線は2相又は3相であり、前記励磁巻線が2相のとき前記出力巻線は単相であり、前記回転子の回転角度位置を表す出力信号を前記出力巻線から得る位置検出装置において、前記出力信号をデジタル信号に変換する変換手段と、該デジタル信号を受け、前記回転子の形状によって生ずる位置の誤差を補正して、補正したデジタル位置信号を出力する補正手段とを有していることを特徴とする位置検出装置が得られる。

【0016】

【作用】本発明による位置検出装置においては、励磁巻線と出力巻線とを異なった極数として、いずれも固定子鉄心のスロットに納め、励磁巻線の極対数を p_1 、出力巻線の極対数を p_2 として、回転子はN個の突極を有する鉄心で巻線を設けない構造とする。即ち、 $p_1 + p_2 = N$ 、又は $p_1 - p_2 = \pm N$ とし、励磁巻線を単相とし、出力巻線を2相又は3相とした場合には、回転子の全円周の $1/N$ の動きを1周期とする正弦波の2相又は3相電圧が出力巻線に誘導される。

【0017】励磁巻線を2相として出力巻線を単相とした場合には、出力巻線に誘導される電圧は、回転子が全円周の $1/N$ 動くときに位相が 2π 変化する正弦波電圧となる。

【0018】いずれの場合も、位置検出の誤差の原因となるのは、出力巻線の誘導電圧波形に含まれる高調波成分である。これは回転子の位置によって変化するが、回転子の形状によって一定である。この誤差を予め求め、補正データとして補正テーブルに記憶させておく。

【0019】出力巻線からのアナログの位置検出信号を、デジタル変換し、このデジタル信号を補正テーブルの補正データによって補正し、正しい位置を示すデジタル信号を得る。

10 【0020】

【発明の実施の形態】図1は本発明の位置検出装置の一実施の形態例を示している。なお、図10に示した従来の位置検出装置と同じ部分には同じ符号を付して説明する。

【0021】図1を参照して、一実施の形態例における位置検出装置は、電源20によって電源供給されるレゾルバ30と、その出力をデジタル変換するR/D変換器40を有し、更に、R/D変換器40による変換後の出力信号を補正する補正処理回路50を有している。

20 【0022】補正処理回路50は、補正データ（関数）を有するリード・オンリー・メモリROM（以下「補正テーブル」と呼ぶ）50Aと入力されるデジタル信号を補正テーブル50Aの補正データにもとづいて補正する演算回路からなる補正処理回路50Bを有している。なお、補正処理回路50Bは、マイクロコンピュータあるいはパーソナルコンピュータで実現できる。

【0023】R/D変換器40の出力信号は、前述した通り、通常、誤差成分 $\Delta\epsilon$ 及び $\Delta\alpha$ を含み、 $\theta + \Delta\epsilon + \Delta\alpha$ のデジタル信号である。

30 【0024】誤差成分 $\Delta\epsilon$ は、回転子10の形状誤差に起因しており、一定の誤差成分であり、補正テーブル50Aにその補正データが記憶されている。

【0025】一方、誤差成分 $\Delta\alpha$ はリゾルバ30の製造上の問題によって発生する誤差であるので、これは極めて微小な成分として精度上問題にならない。従って、誤差成分 $\Delta\alpha$ はほぼ0と見なすことができるので、ここでは無視するものとする。

【0026】この位置検出装置では、補正テーブル50Aに補正データとして関数表を予め作っておき、R/D変換器40の後に、この補正テーブル50Aを有する補正処理回路50をおくことにより、誤差成分 $\Delta\epsilon$ を補正して、最終的な出力信号を理想的なデジタル出力に限りなく近づけるものである。

【0027】次に、図2から図7までを参照して、レゾルバ30の具体的構造について説明する。

【0028】図2は鉄心である回転子10及び固定子11を示している。固定子11には、その内周全体に等間隔にスロット11aが形成され（図2にはスロット11aの一部のみが示されている）、このスロット11aに
50 は、後述する極対数 p_1 の励磁巻線と極対数 p_2 の出力

巻線が納められている。回転子10には、その外周にN個の突極10aが形成され、上記の極対数 p_1 、 p_2 と*

$$p_1 + p_2 = N$$

または

$$p_1 - p_2 = \pm N$$

のいずれかの関係が満足されるように選ばれている。

【0029】この場合、励磁巻線を単相とし、出力巻線を2相又は3相とすれば、出力巻線には回転子の全円周の $1/N$ の動きを1周期として正弦波形で振幅変化をする2相又は3相電圧が得られる。

【0030】なお、図2において、 θ_1 は固定子11に設定された座標であり、 θ_2 は回転子10の位置を表す空間角である。また、図2において、 θ_1 は一つの極の励磁巻線を構成するコイル全体の中央を原点として、固定子内周の任意の点を空間角で示す座標であり、 θ_2 は $t=0$ の瞬間に θ_1 の原点に最も近い位置にある回転子突極の中央を原点として回転子に固定された座標であった空間角で表せる。

【0031】また、励磁巻線を2相とし、出力巻線を単相とすれば、回転子10が全円周の $1/N$ 動く時に位相が 2π 変化する正弦波電圧が得られる。これらの電圧が回転角度位置を示す出力信号となる。

【0032】しかし、出力巻線の誘導電圧が完全な正弦※

$$R_{\theta_2} = R_1 - k\delta_1 / \{1 + (k-1)\cos(N\theta_2)\} \quad \dots (3)$$

図4は、 $N=4$ の場合の突極10aの形状の例を示し、特に、有害な高調波成分を低減する突極10aの例を示している。

【0035】ここで、 R_{θ_2} は空間角 θ_2 の位置における回転子鉄心の外周と中心との距離、 R_1 は固定子鉄心の内周の半径、 δ_1 は最小ギャップ長である。したがって δ_1 の寸法および k の値を決めれば、回転子10の外周形状、すなわち突極10a形状を確定することができる。

【0036】ところで、(3)式に示す形状は磁束線が半径方向に通るという仮定のもとに展開されているので、上記(3)式で得られた回転子形状で得られる磁束密度において高調波成分を含む場合がある。ここでは、特に精度が問題となる $N=1$ の場合について説明する。

【0037】今、図5に示した固定子11のモデルを例として説明する。固定子11のスロット数を $Z_1=12$ とし、巻線の配置は、図6及び図7に示すように、出力巻線11c、11dは2極の2相巻線、励磁巻線11bは4極の単相巻線である。励磁巻線11bは、上に述べたように3の整数倍の高調波成分は生じない巻線とする。

【0038】この構造において、励磁巻線11bに角周波数 ω の電流を流したときに、出力巻線11c及び11dに誘導される電圧は、数1の(4)式、及び数2の(5)式となる。

【0039】

* 突極(回転子突極)10aの個数Nとの間には、

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

※波でなく、高調波成分が含まれるときには、それが誤差の原因になるので、高調波成分も最小にすることが必要である。このため第3高調波を零にする巻線を使用することも一つの方法である。出力巻線が3相の場合には端子電圧には3の整数倍の高調波成分は誘導されない。単相又は2相巻線の場合でも、3相巻線の二つの相の巻線を図3に示すように、U相巻線12とV相巻線13とによって接続して一つの相の巻線として用いれば、3相巻線の場合と同様に3の整数倍の高調波成分は誘導されない。また、この巻線を励磁巻線に用いれば、励磁電流による起磁力にも3の整数倍の高調波は含まれない。

【0033】他方、本発明者の一人は、回転子10の突極10aの形状が出力巻線の誘導電圧の高調波成分に大きな影響を与えることに鑑み、この高調波成分を最小にする突極10aの形状として次に示す(3)式とすればよいことを、前記特許において明らかにした。

【0034】

【数1】

$$Ed1 = \sum_{\gamma} E_r \cos(\gamma\theta) \sin(\omega t) \quad \dots (4)$$

【数2】

$$Ed2 = - \sum_{\gamma} E_r \sin(\gamma\theta) \sin(\omega t) \quad \dots (5)$$

30

【0040】このことは、特許第2698013号公報に記載されている。ここで、 θ はエアギャップ長が最小の位置を示す θ_1 の座標である。また、 γ は回転子10の形状によるギャップバーミアンスの脈動の次数を表す。この場合、実際に位置検出に使用する有効な成分は $\gamma=-1$ に対応する成分であり、 γ の絶対値が2以上の成分は回転子形状によって生じるものである。この成分を最小にするために上記(3)式で示す形状とすることによってこれを最小にすることが考えられているが、この形状でも多少の成分が残る誤差の原因となる。

【0041】例えば図5に示したモデル例の鉄心形状で、 $\delta_1=0.4$ [mm]、 $k=1.6$ に対応する場合の回転子10の形状によって生ずる誤差は図8に示すようになる。これは回転子10の形状が同一であれば、ほぼ同一となることは検証されている。

【0042】従って、R/D変換器40の出力を、補正処理回路50Bにて、この誤差分 $\Delta\epsilon(\theta)$ だけ修正することによって正しい回転角度 θ を得ることができる。

【0043】レゾルバに高精度エンコーダを直結して使用した精密測定により角度 θ を、R/D変換器40の出

50

力 $E(\theta)$ とにより、 $\Delta \varepsilon(\theta) = E(\theta) - \theta$ を求め、出力 $E(\theta)$ と $\Delta \varepsilon(\theta)$ の補正表を補正テーブル50Aを作る。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように本発明の位置検出装置によれば、R/D変換器の後に、予め用意した補正テーブルを有する補正回路を置くことにより、回転子の形状によって生ずる誤差を補正することによって、最終的な出力信号を理想的なデジタル出力に限りなく近づけ、正しい位置検出が容易に可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の位置検出装置の一実施の形態例におけるシステムを示すブロック図である。

【図2】本発明の位置検出装置の原理を説明するための鉄心断面図である。

【図3】本発明の位置検出装置の巻線構成の一例を示した説明図である。

【図4】本発明で有害な高調波成分を低減する突極の形状の一例を示す回転子の断面図である。

【図5】本発明の位置検出装置において $N=1$ の場合の一実施の形態例を示した説明図である。

【図6】本発明の位置検出装置において $N=1$ の場合のスロット内の巻線配置の一例を示した固定子鉄心の展開図である。

*【図7】本発明の位置検出装置において $N=1$ の場合の巻線の形状及び配置の一例を示した説明図である。

【図8】本発明の回転子の形状によって生ずる出力の誤差成分と回転角度との関係を示したグラフである。

【図9】従来の位置検出装置におけるレゾルバの出力電圧と回転角度との関係を示すグラフである。

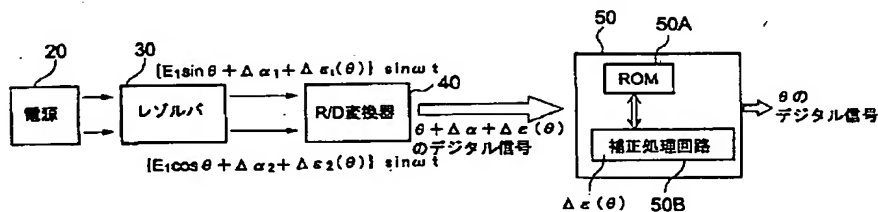
【図10】従来の位置検出装置におけるデジタル処理システムを示すブロック図である。

【符号の説明】

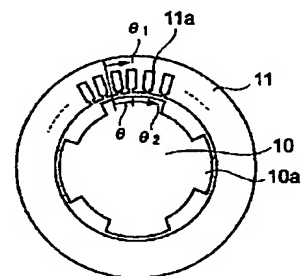
10	10	回転子
	10a	突極
	11	固定子
	11a	スロット
	11b	励磁巻線
	11c, 11d	出力巻線
	12	U相巻線
	13	V相巻線
	20	電源
	30	レゾルバ
20	40	R/D変換器
	50	補正回路
	50A	補正テーブル
	50B	補正処理回路

*

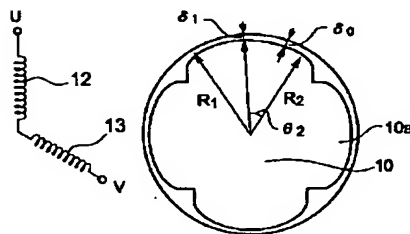
【図1】



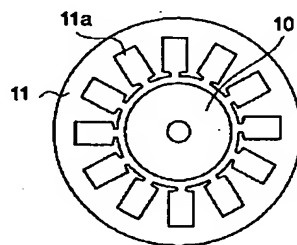
【図2】



【図3】

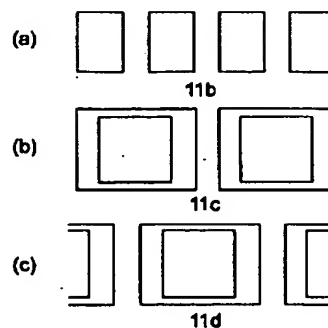


【図4】

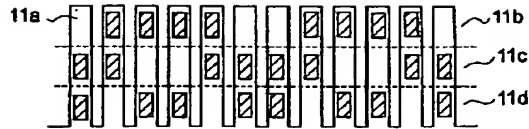


【図5】

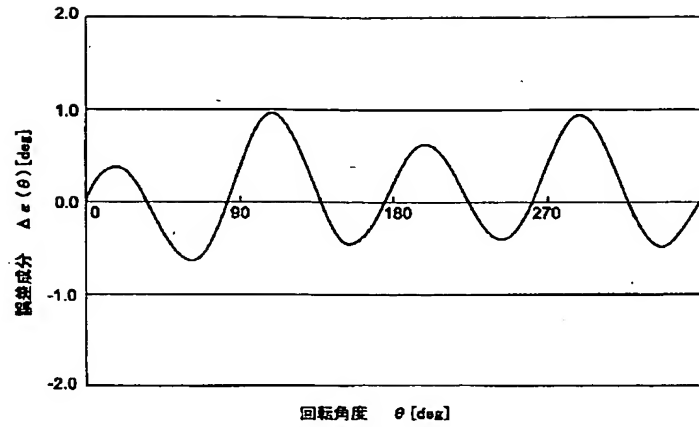
【図7】



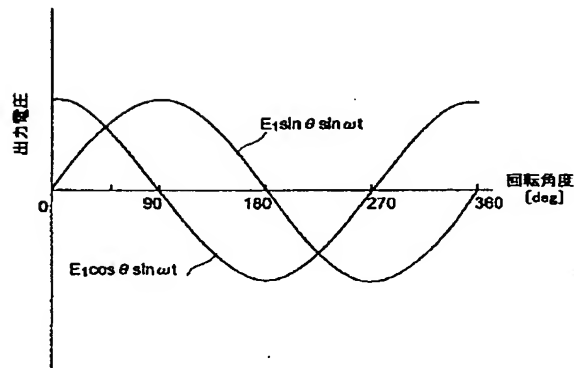
【図6】



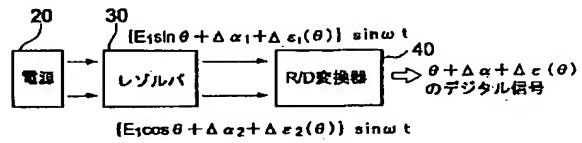
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F063 AA35 BA21 BA22 BA24 BC04
 BD16 CA40 CB20 CC01 DA01
 DA24 DB07 EA20 GA22 LA20
 LA23 LA29
 2F077 AA20 FF34 PP26 TT06 TT38
 TT66 W01